

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

**Računalna grafika**

Laboratorijske vježbe

Vježba 3  
Vizualizacija algoritama sortiranja

Zagreb, 2021.

# Uvod

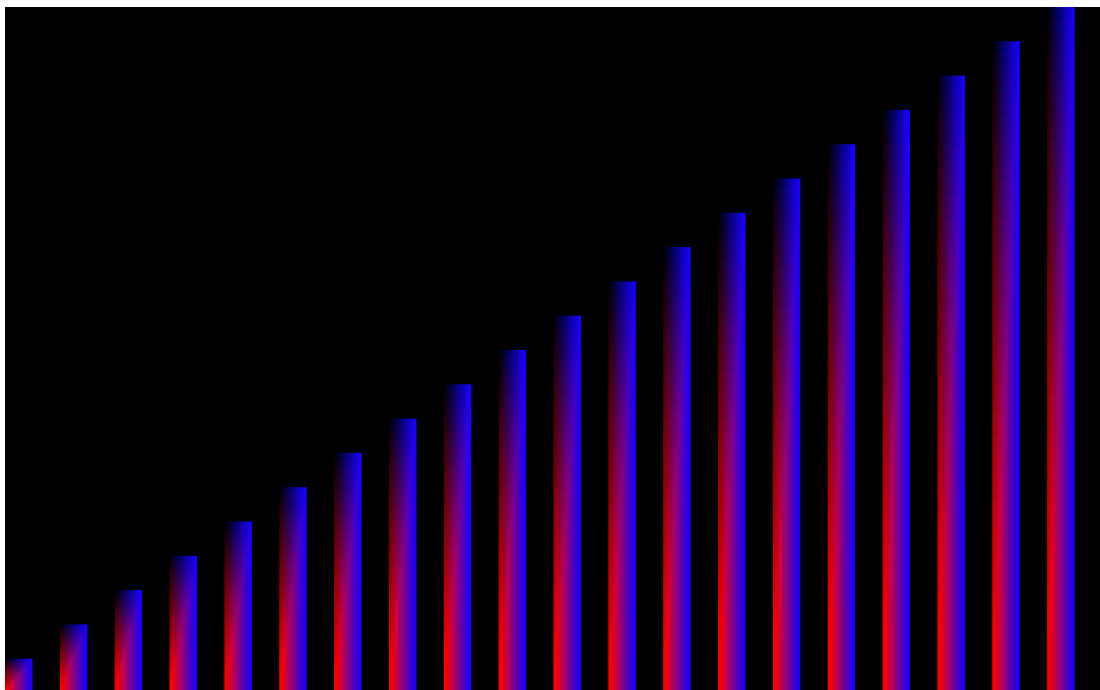
Motivacija ove laboratorijske vježbe bila je olakšati učenje algoritama sortiranja pomoću vizualizacije istih, gdje korisnik može odabrati koji algoritam želi vidjeti. Naime, algoritmi sortiranja bitni su za programiranje i uče se u osnovnim i srednjim školama, i na početku fakulteta, često kao prvi primjeri algoritama. Kao takvi, znaju se doimati naočigled kompliciranijima no što jesu sve dok se ne vizualiziraju.

Za sad su implementirani quicksort, merge sort i bubble sort, gnome sort, comb sort i heap sort.

## Opis

Za izradu vježbe korišten je OpenGL 4.1 i pisana je u C++-u. Počinje se sa sortiranim nizom stupaca gdje duljina stupca predstavlja njegovu vrijednost.

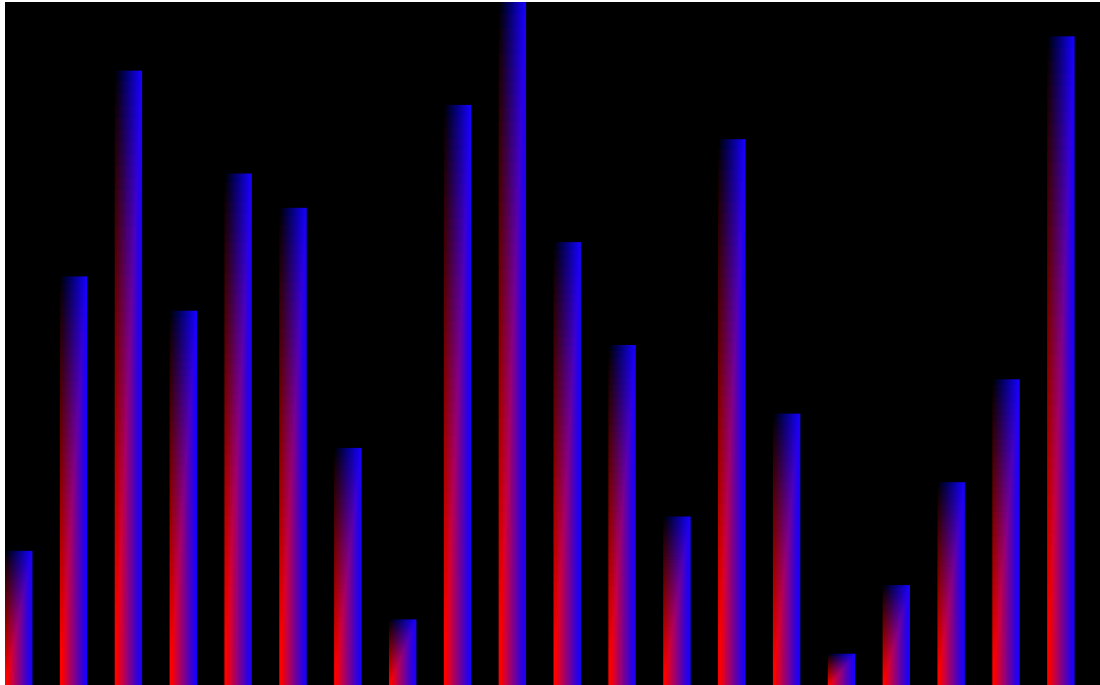
Slika 1.



Sortirani niz stupaca

Poredak niza stupaca razmiješta se tipkom 'r' kako bi bio nasumičan.

Slika 2.



Niz stupaca nasumično poredan

Tako se može, nakon što se vizualizira algoritam sortiranja, ponovno promijeniti poredak stupaca kako bi se isprobao drugi algoritam.

## Pokretanje i rad

Nakon što su sve potrebne grafičke biblioteke dodane i povezane sa XCode-m, program se pokreće otvaranjem projekta u XCode IDE-u i pokretanjem naredbe Run. Kada se program pokrene, susrest će te se sa prozorom u kojem se nalazi niz stupaca. Prvo se mora stisnuti tipka 'r' kako bi se promjenio poredak stupaca u neki nasumičan poredak. Za vizualizaciju bubble sort algoritma, treba se stisnuti tipka 'b', za heap sort, 'h', za quicksort 'q', gnome sort 'g', merge sort 'm' i comb sort tipka 'c'.

## **Izrada**

Na ovu stranicu treba upisati tekst sažetka diplomskog rada ne duži od 150 riječi.

Tekst diplomskog rada piše se u fontu Arial veličine 12 s proredom od 1,5 linije. Poravnat je s obje strane (justified). Lijeva margina namještena je na 3,5 cm, a ostale na 3 cm. Format papira je A4.

## Sadržaj

Po završetku rada treba automatski stvoriti sadržaj.

U MS Word-u (inačica XP) to se može načiniti odabirom:

Insert ⇨ Reference ⇨ Index and Tables ⇨ Table of Contents.

uz uvjet da naslove označite na način pokazan dalje u tekstu.

## Popis oznaka i kratica

$B$	magnetska indukcija
engl	engleski
EUROSTAT	Statistički ured Europske Unije
FER	Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
$f_{er}$	funkcija doza-učinak (engl. Function Exposition Response)
KS	kratki spoj
TE	termoelektrana
US DOE	Ministarstvo energetike SAD-a (od engl. naziva United States Department of Energy)

## Popis tablica

Po završetku rada treba generirati popis svih tablica:

Insert ⇒ Reference ⇒ Index and Tables ⇒ Table of Figures  
(potrebno je koristiti *Caption label*: **Tablica**)

## Popis slika

Po završetku rada treba generirati popis svih slika:

Insert ⇒ Reference ⇒ Index and Tables ⇒ Table of Figures  
(potrebno je koristiti *Caption label*: **Slika**)



# 1. Primjer naslova u stilu Heading 1

Ove upute sadrže ukratko sve najvažnije napomene nužne za kvalitetnu izradbu diplomskog rada na Zavodu za elektroakustiku.

Generalno, na mjesto opisa poput ovog treba staviti vaš tekst. Obvezno koristite unaprijed definirane stilove (Normal, Heading 1, Heading 2, Heading 3, Heading 4, Formula, Figure Caption, Table Caption, itd.).

Naslov u stilu Heading 1 (naslov poglavlja) uvijek počinje na novoj stranici. Stoga treba ubaciti prekid stranice ispred takvog naslova. To se može postići:

- a) Insert ⇒ Break ⇒ Next Page
- b) Posebnim formatiranjem stila Heading 1:  
Format ⇒ Paragraph ⇒ Line and Page Breaks

Pri izradi rada potrebno je voditi računa o zaglavlju. Zaglavlje se uređuje korištenjem:

View ⇒ Headers and Footers

Word nudi razne mogućnosti pri uređivanju zaglavlja, radi toga je potrebno upoznati se s pojmovima Sekcija u Word-u, mogućnostima vezanja zaglavlja (postoji opcija Same as previous), numeracijom stranica unutar sekcija, te mogućnošću različitih zaglavlja za svaku sekciju i/ili prvu stranicu sekcije.

## 1.1. Primjer naslova u stilu Headinga 2

Rad treba pisati u nedređenom ili trećem licu.

Ukoliko je to moguće, potrebno je pisati u pasivnim formama.

**Tablica 1. Primjeri dobrog i lošeg pisanja**

Primjer	Ocjena	Obrazloženje
Asistent i ja zaključili smo da su mjerenja dobra.	Loše	Pisano u prvom licu. Vrlo neodređeno.
Iz navedenih mjerenja može se zaključiti da povećanjem varijable X dolazi do brze promjene promatrane izlazne veličine Y.	Dobro	Pisano u trećem licu. Precizno i jasno.

## 1.2. Primjer naslova u stilu Heading 2

Diplomski rad je potrebno podijeliti na poglavlja, a preporučena struktura diplomskog rada je slijedeća:

- 1) Sažetak – poglavlje u kojemu kandidat daje kratki pregled svog diplomskog rada tj. do kojih je rezultata došao rješavajući problematiku diplomskog zadatka i sl.
- 2) Sadržaj diplomskog rada
- 3) Popis oznaka i kratica (po potrebi, a naročito važno kad se u radu koristi puno oznaka i kratica).
- 4) Popis tablica
- 5) Popis slika
- 6) Uvod – temu diplomskog rada smjestiti u šire područje struke i, ako je potrebno, napisati nekoliko riječi vezanih uz razvoj te problematike (koji stupnja razvoja je problematika dosegla, da li je moguć njen daljnji razvoj i sl.). Uvod bi trebao sadržavati 1-2 stranice.
- 7) U slijedećem poglavlju ili poglavljima se opisuje rješavanje zadatka i odgovarajući proračuni.

- 8) ....
- 9) Opis rezultata – mjerenja, grafički prikazi, ispisi i sl.
- 10) Razmatranje – (poglavlje u kojemu se razmatraju dobiveni rezultati).  
U tom poglavlju kandidat treba napraviti vrednovanje vlastitog rješenja problema, razmotriti probleme koji su se javili prilikom rješavanja zadatka te, ukoliko je na osnovi vlastitog iskustva uočio neka moguća poboljšanja rješenja, spomenuti ih. Također navesti smjernice za mogući daljnji rad na predmetnom problemu.
- 11) Zaključak – u kojemu se sažimaju rezultati diplomskog rada. Sadrži maksimalno 1 stranicu. Kandidat (vlastoručno) potpisuje diplomski rad iza zaključka.
- 12) Literatura – se navodi iza zaključka. U tekstu rada mora svugdje biti navedena literatura gdje je navođenje ili grafički prikaz preuzet ili se temelji na nekom pisanom predlošku tj. prilikom svakog kopiranja teksta ili grafičkog prikaza da bi čitatelj lakše došao do izvornih informacija u diplomskom radu. U tekstu se literatura navodi unutar zagrada s navođenjem broja ili prvog autora i godine izdanja.
- 13) Dodatak A, B,... (po potrebi) – u kojemu dolaze tablice, programski kod...

Diplomski rad treba sadržavati opis izvedbe sklopa ili programske podrške sa potpunom dokumentacijom. Takva dokumentacija se obavezno prilaže na CD-u, ali može biti i u dodacima ukoliko nije previše opširna.

Pri određivanju potpoglavlja (naslovi `Heading 2`) potrebno je voditi računa o tome da je broj potpoglavlja ujednačen u svim poglavljima, te da je količina teksta po potpoglavljima ujednačena.

Ne smije se pretjerivati razinama naslova. Broj razina ovisi o ukupnoj količini teksta u radu. Uobičajeni diplomski radovi mogu se strukturirati do

maksimalno tri razine naslova (naslov poglavlja, podnaslovi, pod-podnaslovi).  
Iznimno se može koristiti i Heading 4.

## 2. Dodatni elementi

Slijedi nekoliko potpoglavlja u kojima se opisuje kako treba definirati izgled i unos tablica, slika, formula, podlistaka (*fusnota*) i slično.

### 2.1. Tablice

Tablice je potrebno smjestiti što bliže mjestu njihovog referenciranja u tekstu. Izbjegavajte prelamanje tablice preko dvije (ili više) stranica. Naslov tablice dolazi iznad nje na slijedeći način:

Insert ⇒ Reference ⇒ Caption  
(pri tome za *Caption* treba koristiti **Tablica** a ne **Table**.)

Naziv tablice treba odabrati tako da precizno odražava smisao podataka koje prikazuje. Ako se tablica preuzima iz literature, na kraju naziva poželjno je navesti referencu na način kako je to opisano u poglavlju gdje se opisuju reference.

**Tablica 2.    Tablični prikaz vrijednosti razina zvučnog tlaka za pojedine krivulje jednake glasnoće [37]**


### 2.2. Slike

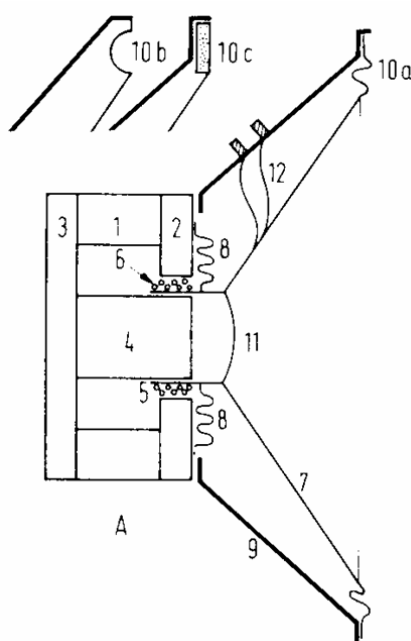
Slike je također potrebno smjestiti što bliže mjestu njihovog referenciranja u tekstu. Naslov slike dolazi ispod nje, a umeće se na slijedeći način:

Insert ⇒ Reference ⇒ Caption  
(pri tome za *Caption* treba koristiti **Slika** a ne **Figure**.)

Naziv slike treba odabrati tako da precizno odražava njen smisao. Ako se slika preuzima iz literature, na kraju naziva poželjno je navesti referencu na način kako je to opisano u poglavlju gdje se opisuju reference.

Slika mora biti centrirana na stranici.

Pri dodavanju slika u rad, potrebno je voditi računa o njihovoj kvaliteti (razlučivosti). Kvalitetu je moguće ocijeniti preko otiska, dok je prikaz na zaslonu ovisan o nizu čimbenika (razlučivosti zaslona, veličini radne površine na zaslonu, povećanju, itd.).



Slika 1. Presjek dinamičkog zvučnika

### 2.2.1. Formule

Za unos formula koristite Equation Editor. Oznake fizikalnih veličina, izmjereni iznos i mjerna jedinica pišu se u kurzivu, i u pravilu, u jedinicama SI sustava. To se odnosi na sve veličine, a ne samo one u formulama. Formule se nalaze centrirane na stranici i imaju odgovarajuću brojčanu oznaku uz desnu marginu. U tekstu se na određenu formulu pozivate tom brojčanom oznakom (npr. Iz (1) je izračunat parametar  $R$ .).

Poželjno je uvijek dati kratke opise oznaka koje se koriste u formulama. Ovo je osobito važno na mjestima gdje se oznake prvi puta uvode ili ako su korištene u nekom udaljenom dijelu teksta. Kratki opis oznake je također poželjno dati ukoliko se oznaka koriste u različite svrhe (npr. varijabla  $x$ ).

Primjerice: Tražena veličina  $R$  računa se prema izrazu:

$$R = 20 \log \frac{p}{p_o} \quad (1)$$

gdje su:

$R$  veličina XYZ,

$p$  zvučni tlak, itd.

## 2.3. Podlistak

Ponekad je potrebno oplemeniti osnovni tekst kratkom napomenom. U tu svrhu pogodno je koristiti podlistke (`Footnote`). Podlistke je potrebno koristiti na odgovarajući način<sup>1</sup> i ne prečesto.

---

<sup>1</sup> U podlistku se nalaze dodatne informacije, a osnovnim informacijama je mjesto u samom tekstu.

### **3. Obrana diplomskog rada**

Vrijeme izlaganja pristupnika na obrani diplomskog rada traje 15 minuta, a 10 minuta je je ostavljeno i za diskusiju koja će uslijediti nakon vašeg izlaganja.

Sve što se želi prikazati tijekom izlaganja, slike, programi, tablice, filmovi, itd. mora biti unutar predviđenih 15-ak minuta. Često se događa da pristupnici probiju vremensko ograničenje, a u tom slučaju komisija zaustavlja izlaganje i tada pristupnik nema priliku izreći najvažnije – zaključak.

#### **3.1. Struktura izlaganja na obrani diplomskog rada**

Preporučena struktura izlaganja na obrani diplomskog rada je sljedeća:

- 1) Početak
  - privucite pažnju
  - naglasite važnost onoga o čemu ćete pričati
- 2) Pregled izlaganja
  - izdvojite glavne točke vašeg izlaganja (bez detalja)
- 3) Glavni dio izlaganja
  - pratite ranije izneseni sadržaj
  - detaljnije naglasite samo najvažnije točke izlaganja
  - ograničite se na glavne i bitne stvari
  - ne iznosite opće poznate činjenice i ne ponavljajte se
  - budite jasni kada prelazite s jedne teme na drugu
- 4) Rezultati i diskusija
  - rezultate prikažite grafički
  - ne prikazujte puno podataka tablično
  - komentirajte rezultate
  - usporedite svoj rad s drugim radovima



## 5) Zaključak

- kratki zaključak, KRATKI! Sve ostalo spada u neki od prethodnih dijelova
- eventualni budući razvoj

Demonstracije programa koji su izrađeni u okviru programa nisu nužne jer uzimaju dosta vremena. Ukoliko je potrebno napraviti dužu demonstraciju to je potrebno ugovoriti s mentorom i djelovođom prije obrane diplomskog rada.

### **3.2. Oblikovanje prezentacije koja podupire izlaganje**

Za potrebe izlaganja pristupnicima je na raspolaganju projektor i računalo, pa se preporuča izrada računalnih prezentacija umjesto folija na grafoskopu ili pisanja po ploči.

U dodatku ovim uputama nalaze se i dvije prezentacije izrađene u programskom paketu Microsoft PowerPoint:

- 1) prezentacija koja upućuje na pravilno oblikovanje prezentacija općenito
- 2) gotovi predložak za potrebe obrane diplomskog rada

**Gotovi predložak za obranu diplomskog rada nije nužno koristiti već se može napraviti vlastito grafičko rješenje.**

## **4. ZAKLJUČAK**

U zaključku se sažimaju rezultati diplomskog rada. Sadrži maksimalno 1 stranicu, a kandidat vlastoručno potpisuje diplomski rad iza zaključka.

---

## 5. Literatura

Popis literature navodi se na kraju rada. Redoslijed navođenja literature prati redoslijed referenciranja u tekstu, pa se prva knjiga koja se referencira u tekstu nalazi na prvom mjestu popisa korištene literature, druga na drugom mjestu, itd. Reference se navode pod rednim brojem pod kojim se pojavljuju u popisu, u uglatim zagrada (npr. [1]).

Literaturu korištenu pri izradi diplomskog rada u širem smislu treba razdvojeno navesti u dvije grupe: (1) citirana literatura – ona koja se doista citirala i (2) ostala korištena literatura – ona koja je posredno utjecala na rad (npr. konstante iz «Končarevog» priručnika, Bronštajnov matematički priručnik i sl.).

Postoje različiti izvori informacija, a kao literaturu je najbolje koristiti stručne knjige i časopise. One se u popisu literature navode na sljedeći način:

1. Prezime, Ime; Prezime2, Ime2; Prezime 3, Ime 3: "Naslov knjige", Izdavač, mjesto izdavanja, godina
2. Prezime, Ime; Prezime2, Ime2; Prezime 3, Ime 3: "Naslov članka", Ime časopisa, Izdavač, mjesto izdavanja, godina

Ako rad ima više od tri autora, zbog preglednosti se preporuča navesti ime prvog autora i nakon toga "et al".

Danas je velik broj informacija objavljen na Internetu. Međutim, kako se internetske stranice često mijenjaju, preporuča se pronalaženje istih podataka u knjizi ili časopisu. Ako to nije moguće, tad se u popisu literature navodi internetska stranica uz čiju adresu svakako mora biti naveden autor citiranog materijala i datum:

1. Prezime, Ime: Naslov, s Interneta, <http://adresa.xx>, točan datum

Reference se mogu navoditi ručno, pri čemu se kod uvođenja novih referenci mora paziti na redoslijed. Zbog toga je bolje to raditi pomoću računala koje u tom slučaju automatski ažurira redoslijed referenci.

Ako se za pisanje koristi Microsoft Word 2000 ili novija verzija, literatura se navodi na sljedeći način:

- na kraju teksta navede se literatura, u pobrojanoj listi;
- odabere se broj ispred pojedinog rada te se u izborniku «Insert» odabere «Bookmark»
- broju se pridruži naziv literature (u prozoru koji se otvori upiše se jedna riječ, bez posebnih znakova i pritisne «Add»)
- kad se u tekstu pojavi potreba za referenciranjem pojedinog rada, u uglate se zagrade upisuje referenca tako da se u izborniku «Insert» izabere «Cross-reference», u prozoru koji se otvori u «Reference type» se izabere «Bookmark», a u prozoru naslovljenom «For which bookmark» se pronađe tražena referenca

#### Primjeri citirane literature:

1. H. Poor, H.: *An Introduction to Signal Detection and Estimation*, New York: Springer-Verlag, 1985
2. Duncombe, J. U: "Infrared navigation—Part I: An assessment of feasibility", *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. ED-11, pp. 34–39, siječanj 1959.
3. Chen, S; Mulgrew, B; Grant, P. M: "A clustering technique for digital communications channel equalization using radial basis function networks," *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 4, pp. 570–578, srpanj 1993.
4. Lucky, R. W: "Automatic equalization for digital communication," *Bell Syst. Tech. J.*, vol. 44, no. 4, pp. 547–588, travanj 1965.
5. Miller, E. H: "A note on reflector arrays," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, bit će objavljeno
6. Bingulac, S. P: "On the compatibility of adaptive controllers (Published Conference Proceedings style)," in *Proc. 4th Annu. Allerton Conf. Circuits and Systems Theory*, New York, 1994, pp. 8–16.
7. Williams, J: "Narrow-band analyzer," doktorska disertacija, Dept. Elect. Eng., Harvard Univ., Cambridge, MA, 1993.
8. Kawasaki, N: "Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow," magistarski rad, Dept. Electron. Eng., Osaka Univ., Osaka, Japan, 1993.
9. *Letter Symbols for Quantities*, ANSI Standard Y10.5-1968.
10. Haskell, R. E; Case, C. T: "Transient signal propagation in lossless isotropic plasmas", USAF Cambridge Res. Lab., Cambridge, MA Rep. ARCRL-66-234 (II), 1994, vol. 2.
11. Jones, J: Networks, s Interneta, <http://www.atm.com>, 10 svibnja 1991
12. Vidmar, R. J: On the use of atmospheric plasmas as electromagnetic reflectors. *IEEE Trans. Plasma Sci.* 21(3), pp. 876—880, s Interneta, <http://www.halcyon.com/pub/journals/21ps03-vidmar>, kolovoz 1992

## **A. Upute za izradu programske potpore u okviru diplomskih, seminarskih i konstrukcijskih zadataka**

### **Namjena**

Tijekom studija na FER-u, studentima može biti zadana izrada ili dorada programske potpore u okviru pojedinačnih kolegija ili izravno u zadatku diplomskog rada. Kako bi se olakšao rad studentima, ali i nastavnicima, ovim uputama se daju pojedinačni naputci u cilju bolje dokumentacije programske potpore.

### **Opći zahtjevi**

Programska potpora koju izrađuju studenti mora sadržavati sljedeće:

- Izvorni programski kôd
- Opis izvornog programskog koda.
- Tehničke detalje potrebne za izradu izvršnog koda na temelju izvornog koda.
- Opis formata ulaznih i izlaznih datoteka (ukoliko se takve koriste).
- Izvršni oblik koda s detaljnim opisom instalacije ili paket za instalaciju.
- Primjeri za provjeru izvršnog koda.
- Upute za korištenje programske potpore.

Svi opisi moraju biti izrađeni u digitalnom obliku čitljivi u općeprihvaćenim programskim paketima. Preporuča se izrada opisa u sljedećim formatima:

- HTML
- Adobe PDF
- MS Word Document (verzija 97 na više)
- čiste ASCII tekst datoteke

Ukoliko je programska potpora izrađena za potrebe diplomskog rada, sve materijale je potrebno priložiti na CD na kojem se nalazi i tekst diplomskog rada, te dostaviti mentoru.

Ukoliko je programska potpora izrađena u obliku konstrukcijskog ili seminarskog rada, sve navedene materijale potrebno je dostaviti predmetnom nastavniku na propisno obilježenom CD mediju ili putem elektroničke pošte.

Izvorni i izvršni kodovi ne smiju biti štice zaporkama, niti smiju biti kriptirani, niti na neki drugi način zaštićeni od korištenja ili umnožavanja. Diplomski radovi su javno objavljeni radovi!

Unutar izvršnog i izvornog koda naznačuje se:

Programska potpora NAZIV izrađena je GODINA na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu u okviru diplomskog rada IME I PREZIME STUDENTA pod nazivom «NASLOV» i vodstvom MENTORA.

Npr.

Programska potpora KUBNA JEDNADŽBA izrađena je 2005. godine na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu u okviru diplomskog rada Hrvoja Horvata pod nazivom «Uporaba kubne jednadžbe u elektroakustici» i vodstvom Prof.dr.sc. Marka Markovića.

## **Izrada izvornog programskog kôda**

Prilikom izrade programskog kôda, studenti se moraju pridržavati temeljnih pravila dobrog kodiranja kako bi se postigla odgovarajuća kvaliteta programskog kôda, bez obzira na programski jezik. U tom pogledu, pogodno je istaknuti neke od najvažnijih smjernica:

- Programski kôd trebao bi biti što čitkiji.
- Imena varijabli, funkcija i konstanti trebala bi biti razumljiva.
- Prema potrebi, programski kôd je potrebno razdvajati u cjeline (modularnost) kako bi se moglo višestruko iskoristiti isti programski kôd.

- Unutar kôda potrebno je umetati komentare kako bi se olakšalo razumijevanje pojedinačnih naredbi i programskih cjelina.
- Prilikom izrade programskog kôda potrebno je uvažavati općeprihvaćene smjernice za odabrani programski jezik.

Za programsku potporu sa složenijim korisničkim sučeljem, potrebno je izraditi opis sučelja s objašnjenjima koje će pridonijeti razumijevanju programskog kôda.

Ukoliko je izrada zasnovana na određenom objektnom modelu, tada je objektni model potrebno posebno opisati. Pri tome je osnovni zahtjev da se na temelju takvih opisa može jednostavno i nedvosmisleno razumjeti objektni model, te da se po potrebi model može iz početka izgraditi na temelju tih opisa. U tom pogledu, preporuča se modeliranje korištenjem *Unified Modeling Language-a* (UML-a).

## **Baze podataka**

Ukoliko zadatak postavljen pred studenta nameće uporabu određene baze podataka ili izradu baze podataka, tada je potrebno:

Podrobno opisati postavke korištene programske potpore i postavke za ispravan rad baze podataka (drugim riječima, potrebno je dati sve tehničke detalje potrebne za instalaciju baze podataka na računalu).

Potrebno je detaljno opisati relacijski model podataka, što uključuje opise tablica, polja u tablicama i relacija. Za ovakve opise se preporuča modeliranje korištenjem *Unified Modeling Language-a* (UML-a).

Ukoliko se izrađuje sučelje prema bazi podataka, potrebno je izraditi opis sučelja s objašnjenjima koje će pridonijeti razumijevanju implementacije.

## **Datoteke**

Ukoliko izrađena programska potpora koristi nestandardizirane datoteke, tada je potrebno detaljno opisati oblik i format ulaznih i izlaznih datoteka. Ujedno je potrebno uz izrađenu programsku potporu priložiti i primjere datoteka.

Ukoliko nije posebno određen format datoteka koje je potrebno koristiti, preporuča se korištenje XML-a kao formata datoteka.



## **B. Omot za CD**

Predložak omota za CD nalazi se u WORD datoteci pod imenom 'Predlozak\_za\_izradu\_CD\_omota\_ZEA'.